

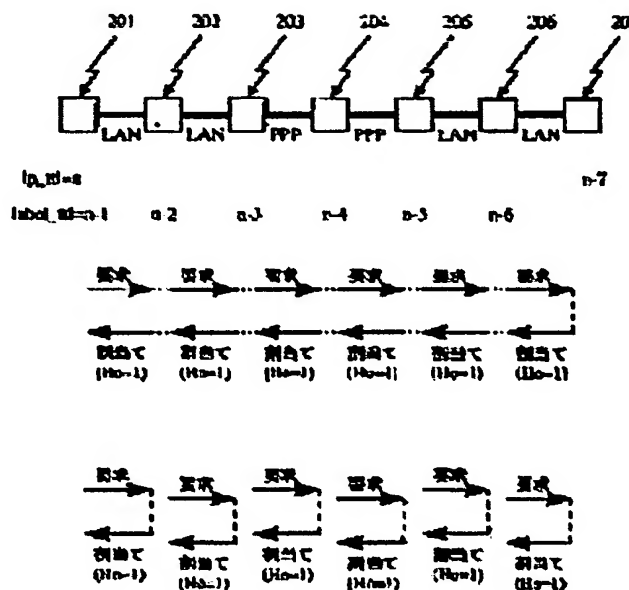
Ref. 3

**HOP COUNT MANAGING METHOD AND NODE DEVICE****Publication number:** JP2000022699**Publication date:** 2000-01-21**Inventor:** KATSUBE YASUHIRO; TANAKA HISAKO**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO**Classification:****- International:** H04Q3/00; H04L12/56; H04Q3/00; H04L12/56; (IPC1-7): H04L12/28; H04Q3/00**- European:** H04L12/56C**Application number:** JP19980184916 19980630**Priority number(s):** JP19980184916 19980630**Also published as:** US6501756 (B)

Report a data error he

**Abstract of JP2000022699**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the TTL value of IP header the same as the case of hop-by-hop transfer by discriminating whether or not processing for updating information showing the number of nodes, through which the packet has passed, contained in the packet is to be performed or not at each node in the case of performing label switching at the present node, and performing a prescribed notice according to the result. **SOLUTION:** Concerning this TTL processing, first of all, an interface to use for outputting and the contents of a general-purpose label header to be provided are determined while using stream information, which is obtained by referring to the header of a received layer 3 packet, as a key, and the general-purpose label header and a layer 2 header are provided, and a layer 2 frame is outputted from the prescribed output interface. At the node as the final step of LSP, after the header of the received layer 2 frame is processed, prescribed information is recognized, the general-purpose label header is removed, and after layer 3 processing is performed, the packet is outputted from the prescribed interface.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(特) 本特 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(特) 許 公 開 特 許 2000-22699  
(P) 2000-22699A  
(43) 公開日 平成12年1月21日 2000.1.21(51) Int. Cl.  
H04L 1 2/28  
H04Q 3/00

識別記号

FI  
H04L 1/20  
H04Q 3/00

テーマ(参考)

D 5K030

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全18頁)

(21) 出願番号 特願平10-184916

(22) 出願日 平成10年6月30日(1998.6.30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 勝部 泰弘

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 田中 久子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

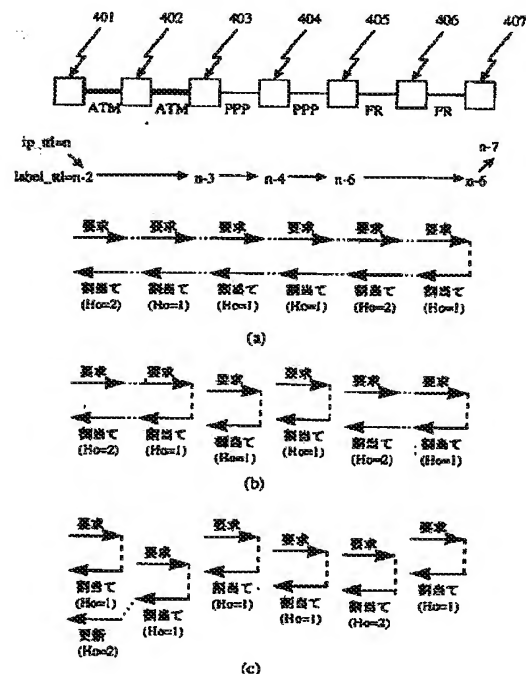
Fターム(参考) 5K030 GA11 HA09 HA10 HB00 HC01  
JA11

(54) 【発明の名称】 ホップカウント管理方法およびノード装置

(57) 【要約】

【課題】 汎用ラベルヘッダのTTL値を操作できるノードと操作できないノードが混在するようなラベルスイッチングパス(LSP)において、LSPの最終段ノードからIPパケットが出てきた際に、ホップバイホップ転送の場合と同じIPヘッダのTTL(Time To Live)値を与える。

【解決手段】 LSP上のTTL減算できるセグメントとできないセグメントを識別した上で、各ノードが適切なTTL値の減算をできるように、ラベル制御プロトコルにより適切なホップ数情報を通知し、各ノードはそれを管理する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】各バケットストリームに割り当てられた入力側ラベルと出力側ラベルとの対応を参照して入力されたバケットをラベルスイッチングするノードにより構成されるラベルスイッチングバスのホップカウントを管理する方法であって、

各ノードは、自ノードが前記ラベルスイッチングを行う際に前記バケットに含まれる該バケットが経由したノード数を示す情報を更新する処理を行うか否かを判定し、前記更新処理を行わないと判定した場合には、上流および下流の一方の隣接ノードから通知されたラベルスイッチングバスのホップカウントを増加させて上流および下流の他方の隣接ノードへ通知し、前記更新処理を行うと判定した場合には、自ノードが前記更新処理を行うノードであることを前記他方の隣接ノードに対して知らせることを特徴とするホップカウント管理方法。

【請求項 2】前記更新処理を行うノードは、前記一方のノードから通知されたラベルスイッチングバスのホップカウントが増加された値である場合は、該ホップカウントに基づいて、前記バケットに含まれる経由ノード数を示す情報を更新し、前記一方のノードが前記更新処理を行うノードであることを知った場合は、前記バケットに含まれる経由ノード数を示す情報を、所定の値だけ、更新することを特徴とする請求項 1 記載のホップカウント管理方法。

【請求項 3】各ノードは、前記入力側ラベルおよび前記出力側ラベルのいずれかが、前記バケット内の、前記経由ノード数を示す情報と同じヘッダ領域に記入される場合には、前記更新処理を行うと判定することを特徴とする請求項 1 記載のホップカウント管理方法。

【請求項 4】各ノードは、前記入力側ラベルおよび前記出力側ラベルの双方が、前記バケット内の、前記経由ノード数を示す情報とは異なるヘッダ領域に記入される場合には、前記更新処理を行わないと判定することを特徴とする請求項 3 記載のホップカウント管理方法。

【請求項 5】各ノードは、前記入力側ラベルおよび前記出力側ラベルの双方が、前記バケット内の、前記経由ノード数を示す情報とは異なるヘッダ領域に記入されるが、前記入力側ラベルと前記出力側ラベルのラベル種別が異なる場合には、前記更新処理を行うと判定することを特徴とする請求項 3 記載のホップカウント管理方法。

【請求項 6】各バケットストリームに割り当てられた入力側ラベルと出力側ラベルとの対応を参照して入力されたバケットをラベルスイッチングするラベルスイッチ手段と、

自装置が前記ラベルスイッチングを行う際に前記バケットに含まれる該バケットが経由したノード数を示す情報を更新する処理を行うか否かを判定し、前記更新処理を行わないと判定した場合には、上流および下流の一方の

隣接ノードから通知されたラベルスイッチングバスのホップカウントを増加させて上流および下流の他方の隣接ノードへ通知し、前記更新処理を行うと判定した場合には、自ノードが前記更新処理を行うノードであることを前記他方の隣接ノードに対して知らせる制御メッセージ処理手段とを備え、

前記ラベルスイッチ手段は、自装置が前記更新処理を行うバケットストリームに属するバケットが入力された場合に、前記一方のノードから通知されたラベルスイッチングバスのホップカウントが増加された値である場合は、該ホップカウントに基づいて、前記バケットに含まれる経由ノード数を示す情報を更新し、前記一方のノードが前記更新処理を行うノードであることを知った場合は、前記バケットに含まれる経由ノード数を示す情報を、所定の値だけ、更新する手段を含むことを特徴とするノード装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ホップカウント管理方法およびノード装置に関する。

【0002】

【従来の技術】IP (Internet Protocol) などのバケット通信を行うノード装置において、ノード間で特定のバケットストリームに特定のラベルを割り当てるための制御情報を交換し、各ノードでは個々のストリームに対して割り当てた入力側のラベル（および入力インタフェース）と出力側のラベル（および出力インタフェース）とを記憶し、記憶したラベル値の対応関係をもとに実際のバケット転送処理（スイッチング処理）を行うことが可能であり、これはラベルスイッチング技術と呼ばれている。

【0003】ラベルは一般に固定長であり、ラベルスイッチングによるバケット転送は、従来のバケットヘッダ情報（宛先 IP アドレスプレフィクスなど）を解析してバケット転送する場合に比べて高速な処理が可能であるとともに、より柔軟な経路制御が可能になる。

【0004】バケットストリームがラベルスイッチングされる経路をラベルスイッチングバス (LSP) と呼ぶ。あるストリームについて LSP の初段となるノード、すなわち IP バケットを解析しラベルを付与してバケット転送するノードを初段ノードと呼び、最終段となるノード、すなわち受信したバケットに付与されているラベルを削除してバケット転送するノードを最終段ノードと呼び、それらの間で LSP の中継点となるノード、すなわちラベルに基づきバケット転送するノードを中段ノードと呼ぶことにする。

【0005】ある LSP 上を運ばれるストリームとしては様々な定義が可能であり、例えば特定の宛先 IP アドレスを持つバケット、特定の宛先 IP アドレスプレフィクス（ネットワークアドレス）を持つバケット、あるド

メインの特定の出口ノードを通過するパケットなどの定義が考えられる。

【0006】LSPの形態として、ユニキャストストリームのためのポイントツーポイントLSP（初段ノード、最終段ノードともに1つ）、マルチキャストストリームのためのポイントツーマルチポイントLSP（初段ノードが1つ、最終段ノードが複数、中段ノードで1つ以上の枝に分岐）が少なくとも考えられる。また、中段ノードにおいて複数の入力ラベルを1つの出力ラベルに対応づける機能（ストリームマージ機能）を持たせることにより、複数のノードを初段とし単一のノードを最終段とするマルチポイントツーポイントLSPを定義することも可能である。

【0007】ラベルスイッチングの具体的実現方法には、ATMやフレームリレーなどの既存のスイッチングデータリンク技術を流用する方法と、新たにラベルスイッチのためのラベルヘッダを定義して使用する方法とが考えられる。

【0008】後者の場合、ポイントツーポイントリンク（PPPリンク）フレームヘッダとIPヘッダの間、あるいはLANのLLCヘッダとIPヘッダの間にラベルヘッダフィールド（以下、「汎用ラベルヘッダ」と呼ぶことにする）を挿入し、そこに書かれたラベル値をスイッチング情報として用いる。

【0009】汎用ラベルヘッダ構成としては、スイッチングに利用されるラベルフィールドに加え、従来のパケットヘッダと同様に経由ノード数をチェックする役割を果たすためのTTL（Time To Live）フィールドや、転送処理の優先度を示すCoS（Class Of Service）フィールドなどが定義されている。ラベルスイッチングを実行する各ノードにおいて、上記TTLフィールドを1つずつ減算することにより、転送経路のループ現象（ルーティングループ）などの理由によりあらかじめ決められた数以上のノードを経由するパケットを、廃棄することができる。

【0010】一方前者の既存データリンクスイッチング技術を利用する場合、例えば、ATMセルヘッダのVP I（Virtual Path Identifier）/VCI（Virtual Channel Identifier）フィールドや、フレームリレーのフレームヘッダのDLCI（Data Link Circuit Identifier）フィールドが、ラベルとして利用される。

【0011】この場合、すでに標準化されたATMおよびフレームリレーのヘッダフォーマットをそのまま利用することになるが、この標準セルヘッダやフレームヘッダにはTTLフィールドやCoSフィールドが定義されていない。したがって、例えばATM VCで構成されるLSPにいったん入力されたパケット（セル）は、もしLSPがルーティングループを構成してしまっている

ような場合にもパケットが廃棄されず、LSP上を転送されつづけることになってしまう。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】こうした問題を解決する方法として、LSPの設定、維持、解放を行うラベル制御プロトコル（LDP：Label Distribution Protocol）により個々のLSPの初段ノードから最終段ノードまでの経由ノード数（ホップカウント）を初段または最終段ノードにおいて常に記憶しておき、実際のパケット転送時に初段または最終段ノードにて記憶しているホップカウント分だけパケットヘッダのTTL値を減算する方法が提案されている。

【0013】この方法では、特定のパケットストリーム（例えば、宛先ネットワークプレフィクスなどで指定される）を運ぶためのラベルの割り当て要求メッセージを初段ノードが下流の隣接ノードに送信すると、それを受け取ったノードはさらに下流の隣接ノードにラベル割り当て要求メッセージを送信する。最終的に最終段となるべきノードまでラベル割り当て要求メッセージが送信された時点で、最終段ノードが上流隣接ノードに対してラベル割り当てメッセージを送信する。あるいは、要求メッセージを受信しなくても、最終段ノードが自発的に、ラベル割り当てメッセージを上流ノードに送信する方法もあり得る。

【0014】この最終段ノードが送信するラベル割り当てメッセージには、上流ノードに通知すべきラベル値とともに、ホップカウント値として1が設定されている。ラベル割り当てメッセージを下流隣接から受信したノードは、さらに上流へ向けてラベル割り当てメッセージを送信するが、その際メッセージ内のホップカウント値を1インクリメントする。これを繰り返し、最終的に、最初にラベル割り当て要求メッセージを送信した初段ノードがラベル割り当てメッセージを受信し、そのメッセージに書かれたホップカウント値を記憶する。

【0015】その後初段ノードは上記ラベルを割り当てたパケットストリームに属するパケットを受信すると、所定のラベルを付与して送信する際に、記憶しているホップ数分だけパケットヘッダのTTL値を減算し、TTL値が0にならないかをチェックすることができる。もしこのTTLの減算の結果TTL値が0以下になってしまう場合には、パケットをそこで廃棄することも可能である。

【0016】この方法は、前述したようにATMあるいはフレームリレーなど、LSP内の各ノードで転送中のパケットの通算ホップ数の記録ができない場合に適用するものであり、汎用ラベルヘッダ内のTTLフィールドを各ノードが（LSPの中段ノードにおいても）参照・更新できる場合には必要がない。その場合には、初段ノード、中段ノード、最終段ノードに関わらず、各ノードがIPヘッダあるいは汎用ラベルヘッダのTTL値を1

つ減算すれば良い。

【0017】実際のラベルスイッチングネットワークでは、すべてATM、あるいはすべてフレームリレーで統一されているのではなく、ATMとフレームリレーが混在していたり、ATMとSONETベースのポイントツーポイントリンクが混在していたりすることが考えられる。

【0018】しかしながら、提案されている上記の制御メカニズムは、すべてがATMあるいはフレームリレーといった、LSPの初段から最終段の間のノードがすべてTTL処理できない場合について適用されることを前提としている。すなわち、上記の制御メカニズムは、初段ノードは最終段ノードまでのホップ数をラベル割り当てメッセージにより通知され、初段ノードではLSPに送信するパケットのTTL値を最終段ノードまでのホップ数分だけ減らすことを可能にするものであるが、LSPの一部に、汎用ラベルヘッダ内のTTLフィールドをLSPの中段ノードも更新できるネットワークセグメントが存在するような場合に、対処が可能な制御メカニズムは存在しなかった。

【0019】本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、汎用ラベルヘッダのTTL値を操作できるノードと操作できないノードが混在するようなLSP上の各ノードにおいて、IPヘッダまたは汎用ラベルヘッダのTTL値を適切に減算し、LSPの最終段ノードからIPパケットが出てきた際に、従来のホップバイホップ転送の場合と同じIPヘッダのTTL値を与えることが可能なホップカウント管理方法及びノード装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明に係るホップカウント管理方法は、各パケットストリームに割り当てられた入力側ラベルと出力側ラベルとの対応を参照して入力されたパケットをラベルスイッチングするノードにより構成されるラベルスイッチングパスのホップカウントを管理する方法であって、各ノードは、自ノードが前記ラベルスイッチングを行う際に前記パケットに含まれる該パケットが経由したノード数を示す情報（例えばTTL値）を更新する処理を行うか否かを判定し、前記更新処理を行わないと判定した場合には、上流および下流の一方の隣接ノードから（ユニキャストもしくはストリームマージの場合は下流から、マルチキャストの場合は上流から、が好ましい）通知されたラベルスイッチングパスのホップカウントを増加させて（例えば1インクリメントして）上流および下流の他方の隣接ノードへ通知し、前記更新処理を行うと判定した場合には、自ノードが前記更新処理を行うノードであることを前記他方の隣接ノードに対して知らせる（例えばホップカウント=1と記入した通知を送るか、ホップカウントを含まない通知を送るなど）ことを特徴とする。

【0021】そして、前記更新処理を行うノードは、前記一方のノードから通知されたラベルスイッチングパスのホップカウントが増加された値である（例えば2以上である）場合は、該ホップカウントに基づいて、前記パケットに含まれる経由ノード数を示す情報を更新（例えば該ホップカウント分TTL値を減算）し、前記一方のノードが前記更新処理を行うノードであることを知った場合は、前記パケットに含まれる経由ノード数を示す情報を、所定の値だけ、更新する（例えばTTL値を1デクリメントする）。実際には、記憶されたホップカウント分だけ（前者の場合はホップカウントとして2以上の値が記憶され、後者の場合はホップカウントとして1が記憶されている）TTL値を減算するという共通の動作で、両者を実現することも可能である。

【0022】このようにすることにより、汎用ラベルヘッダのTTL値を操作できるノードと操作できないノードが混在するようなLSP上で、ユニキャストもしくはストリームマージの場合は、TTL処理するノードが次にTTL処理するノードまでのホップ数を上流側で先に減らすことができ、マルチキャストの場合は、TTL処理するノードがその上流でTTL処理するノードからのホップ数を下流側であとで減らすことができ、全体として、LSPの最終段ノードからIPパケットが出てきた際に従来のホップバイホップ転送の場合と同じIPヘッダのTTL値を与えることを実現できる。

【0023】なお、例えば、各ノードは、前記入力側ラベルおよび前記出力側ラベルのいずれかが、パケット内の、前記経由ノード数を示す情報と同じヘッダ領域（例えば汎用ラベルヘッダ）に記入される場合には、前記更新処理を行うと判定することができる。

【0024】さらに、前記入力側ラベルおよび前記出力側ラベルの双方が、パケット内の、前記経由ノード数を示す情報とは異なるヘッダ領域（例えばレイヤ2ヘッダ）に記入される場合には、前記更新処理を行わないと判定しても良いし、前記入力側ラベルおよび前記出力側ラベルの双方が、パケット内の、前記経由ノード数を示す情報とは異なるヘッダ領域に記入されるが、前記入力側ラベルと前記出力側ラベルのラベル種別が異なる（例えばATMとフレームリレーなど）場合には、前記更新処理を行うと判定しても良い。

【0025】本発明に係るノード装置は、各パケットストリームに割り当てられた入力側ラベルと出力側ラベルとの対応を参照して入力されたパケットをラベルスイッチングするラベルスイッチ手段と、自装置が前記ラベルスイッチングを行う際に前記パケットに含まれる該パケットが経由したノード数を示す情報を更新する処理を行うか否かを判定し、前記更新処理を行わないと判定した場合には、上流および下流の一方の隣接ノードから通知されたラベルスイッチングパスのホップカウントを増加させて上流および下流の他方の隣接ノードへ通知し、前

20

30

40

50

50. ル化フレーム送信部1406より中継フレームを送信

【0029】以下では、種々のレイヤ2メディア（データリンク）の場合のラベルスイッチングの実現形態（初段ノード、中継段ノード、最終段ノードにおける）、その際の各ノードでの汎用ラベルヘッダ内のTTL値の処理方法、そしてその汎用ラベルヘッダ処理を可能にするためのラベル制御プロトコル手順について説明する。



【0047】次段のラベルスイッチングルータは、受信

11

したセルのVPI/VC I値をもとに図8に示すようなラベル情報テーブル801を参照し、出力インタフェースおよび出力時に付与するVPI/VC I値を決定、付与し、決定した出力インタフェースよりセルを出力する。この転送手順はATMセルヘッダ（一般的にはフレームリレーも含むレイヤ2ヘッダ）の処理のみで実行することができるため、レイヤ2ヘッダとレイヤ3ヘッダの間に挿入されている図1のような汎用ラベルヘッダ内の各フィールドは参照、書き換えを行う必要はない。

【0048】最終的に、LSPの最終段となるノードでは、受信したセルヘッダ内のVPI/VC I値を参照し、LSPの終端点であることを認識し、パケットを再生し、レイヤ3ヘッダ処理を行った後に所定のインタフェースよりパケットを出力する。

【0049】この際、最終段ノードから出力時に付与するレイヤ3ヘッダ内のTTL値を、従来のように各ルータでレイヤ3ヘッダのTTL値を減算していた時と同じ値に設定するために、上述したLSPの初段ノードにおいて、LSPの初段から最終段までのホップ数を記憶し、そのホップ数だけ（図3では6ホップ）汎用ラベルヘッダ（またはレイヤ3ヘッダ）内のTTLフィールドの値を減算しておくのである。これにより、LSPの最終段のノードにおいては、受信した汎用ラベルヘッダ内（またはレイヤ3ヘッダ内）のTTL値から1つ減算したものを、出力時にレイヤ3ヘッダに付与するTTL値として設定することで、従来のルータの場合と同じTTL値を設定できる。

【0050】この場合のラベル制御プロトコル（LDP）としては、各コアノードが最終段ノードまでのホップ数に関する情報（図中のHo）をLSP状態管理部1401にて管理し、最終的にLSPの初段ノードは最終段ノードまでのホップ数に相当する情報をLSP状態管理部1302にて管理できる必要がある。

【0051】従って、ラベル割り当て要求メッセージをLSPの初段から最終段まで転送し、最終段から初段までラベル割り当てメッセージを逆方向に転送するような方法でLSP設定を行ない、ラベル割り当てメッセージ内には最終段ノードからのホップ数Hoを含ませ、中段の各ノードではその値を1つずつ加算しながらメッセージを上流へ向けて転送する（図3（a））。あるいは、ラベル割り当て要求メッセージ無しに、最終段ノードが上流へ向けてラベル割り当てメッセージを送信し、該当ラベル割り当てメッセージに含まれるストリームの本当の上流にあたる中継ノードだけがそれを受け入れてHoを1つずつ加算しながらメッセージを上流へ向けて転送するような方法でも構わない。

【0052】あるいは、各隣接ノード間で独立にラベル割り当て手順を実行する方法も可能であるが、その場合には、上流に向けてラベル割り当てメッセージを送信するノードは、設定しようとしているLSPに関してその

12

時点で認識している最終段ノードからのホップ数情報Hoをのせるとともに、その情報が変化した（下流から通知されるホップ数情報が変化した）ことを認識した場合には、その新しいホップ数情報を上流に制御メッセージにより伝える必要がある（図3（b））。そのメッセージは、ホップ数更新のための専用のメッセージであっても良いし、ホップ数情報の部分を更新したラベル割り当てメッセージであっても良い。

【0053】なお、図3の例は、ATMやフレームリレーヘッダのコネクション識別子（VPI/VC I, DLC I）をラベル値として利用するラベルスイッチの場合を説明したものであるが、隣接するラベルスイッチノード間のレイヤ2ネットワークがATMやフレームリレーであっても、それらのヘッダ内のコネクション識別子をラベルスイッチングには利用しない場合も考えられる。すなわち、LSP上の各ノードが、一つのATMコネクションやフレームリレーコネクションを単なる物理リンクのように利用して、図1に示した汎用ラベルヘッダ内のラベル値に基づきスイッチングすることも可能であり、その場合には、図2で説明した例と同様のTTL処理手順が各ノードに適用されることになる。

【0054】次に、第3の例として、単一のLSP内に、図1の汎用ラベルヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントと、ATMやフレームリレーなどのレイヤ2ヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントとが混在する場合の例について説明する。

【0055】図4は、ATMのVPI/VC Iを用いてラベルスイッチングを行うセグメント、PPPなどのように汎用ラベルヘッダのラベル値を用いてスイッチングを行うセグメント、フレームリレーのDLC Iを用いてスイッチングを行うセグメントが単一のLSP内に混在している場合の、レイヤ3ヘッダおよび汎用ラベルヘッダ内のTTL値の変化および制御手順の一例を示したものである。

【0056】まずLSPの初段ノード401では、受信したレイヤ3パケットのヘッダ参照により得られるストリーム情報（宛先レイヤ3アドレス、送信元レイヤ3アドレスなど）をキーに、図7に示すようなストリーム情報テーブル701を参照し、出力すべきインタフェース（この例ではATM）および付与すべき汎用ラベルヘッダ内のTTL値を決定するとともに、付与するラベル値（この例ではVPI/VC Iの値）を決定し、そのVPI/VC Iを含むATMセルヘッダを付与した後に所定の出力インタフェースよりATMセルを出力する。

【0057】この初段ノードでパケットに付与する汎用ラベルヘッダ内のTTL値は、非ラベルスイッチから受信したレイヤ3ヘッダ内のTTL値から、次に汎用ラベルヘッダのTTL処理が行われるノード403までのホップ数分（図4ではVPI/VC Iをラベルとして転送



されているホップ数分なので2)だけ減算したものに  
する。TTL減算数は、ストリーム情報テーブル701に  
書かれた値を用いる。

【0058】ATMセルを受信した次段のラベルスイ  
ッチングルータ402は、受信したセルヘッダ内のVPI  
/VCI値を参照し、それをキーに図8に示すようなラ  
ベル情報テーブル801を検索することにより、出力イ  
ンタフェースおよび対応するLSP用に付与するラベル  
種別が再びセルヘッダのVPI/VCIであることを認  
識し、そのVPI/VCI値を付与し、出力インタフェ  
ースより出力する。ここではセルヘッダ処理のみで転送  
処理を実行するため、レイヤ3パケットに付与された汎  
用ラベルヘッダ内の各フィールドについてはTTL値も  
含めて参照、書き換えは行われない。

【0059】さらに次段のラベルスイッチングルータ4  
03では、受信したセルヘッダ内のVPI/VCI値を  
参照し、それをキーにラベル情報テーブル801を検索  
し、出力インタフェース(ここではPPPリンク)、対  
応するLSP用に付与するラベル値(汎用ラベルヘッ  
ダ)、および汎用ラベルヘッダ内に付与すべきTTL値  
が決定される。このTTL値は、新たに付与するラベル  
値が汎用ラベルヘッダ内のラベルフィールドに記入され  
る(次段のノードでTTL減算を含む汎用ラベルヘッダ  
処理が行われる)場合には、ATMから受信した際の汎  
用ラベルヘッダ内のTTL値から1減算したもの(1ホ  
ップ分という意味)で良い。この1減算するという(デ  
フォルトの)処理で良いか、それとも次に汎用ラベル  
ヘッダのTTL処理が行われるノードまでのホップ数(2  
以上)分減算すべきかは、ラベル情報テーブル801に  
示されている。

【0060】このPPPフレームを受信した次段のラ  
ベルスイッチングルータ404は、PPPヘッダ処理の  
後、汎用ラベルヘッダの中のラベルフィールド(および  
必要であればCOSフィールド)をキーにラベル情報テ  
ーブル801を検索し、出力インタフェース(ここでは  
PPP)および出力時に付与するラベル種別とラベル  
値、減算すべきTTL値(ここでは1)を決定、汎用ラ  
ベルフィールドの書き換えを行った後にPPPヘッダを  
付与し、出力する。

【0061】さらに次段のラベルスイッチングルータ4  
05でも、受信した汎用ラベルヘッダ内のラベル値等を  
キーにラベル情報テーブル801の検索を行い、出力イ  
ンタフェース(ここではフレームリレー)、ラベル種別  
(DLCI)とその値、および減算すべきTTL値(次  
に汎用ラベルヘッダのTTL処理が行われるノードまで  
のホップ数)が決定される。

【0062】この場合はフレームリレーのホップ数  
(2)が決定され、汎用ラベルフィールドの書き換えを  
行うとともに、得られたDLCI値をフレームリレーヘ  
ッダに付与し、フレームを出力する。この際、出力時に

付与する汎用ラベルヘッダ内のラベル値は、次段ルー  
タでスイッチングに利用されるものではなく(レイヤ2ヘ  
ッダ内のDLCI値が次段ルータでのスイッチングに利  
用される)、汎用ラベルヘッダ内のラベルフィールドに  
は、特にスイッチングのための意味のある値は挿入され  
ない。

【0063】ラベルスイッチングルータ406では、受  
信したフレームリレーフレームヘッダのDLCI値をキ  
ーにラベル情報テーブル801を検索し、受信ラベルと  
同じく送信ラベルもフレームリレーヘッダ内のDLCI  
であることがわかり、汎用ラベルヘッダのTTL値は処  
理されずにDLCI値の書き換えにより次段ノード40  
7へ転送される。

【0064】ここで着目するLSPの最終段となるノ  
ード407では、受信したフレームリレーフレームヘッ  
ダ内のDLCI値を参照し、LSPの終端点であることを  
認識し、フレームリレーヘッダを除去し、汎用ラベル  
ヘッダを参照、除去し、レイヤ3処理を行った後に所定  
のインタフェースよりパケットを出力する(あるいは40  
7が受信ホストである場合もあり得る)。

【0065】以上説明した第3の例(図4)では、LS  
Pの最終段ノードからのパケット出力時に付与するレイ  
ヤ3ヘッダ内のTTL値を、従来のように各ルータでレイ  
ヤ3ヘッダのTTL値を減算していた時と同じ値に設  
定するために、LSP経路上の初段ノードおよび汎用ラ  
ベルヘッダ処理を行う中継ノードにおいて、次に汎用ラ  
ベルヘッダ処理を行うLSP経路上のノードまでのホッ  
プ数を記憶し、そのホップ数だけ(図4ではノード40  
1で2ホップ、403、404で1ホップ、405で2  
ホップ)汎用ラベルヘッダ内のTTLフィールドの値を  
減算している。そうすることにより、LSPの最終段の  
ノードにおいて、受信した汎用ラベルヘッダ内のTTL  
値から1つ減算したものを、出力時にレイヤ3ヘッダに  
付与するTTL値として設定することで、適切なTTL  
値を設定することを可能にしている。

【0066】この場合のラベル制御プロトコル(LD  
P)としては、LSP経路上の汎用ラベルヘッダ処理を  
行う各ノード(初段ノードを含む)が次に汎用ラベルヘ  
ッダ処理を行うLSP経路上の下流ノードまでのホッ  
プ数に関する情報(図中のHo)を収集、記憶できる必要  
がある。

【0067】例えば図4(a)のように、ラベル割り当  
て要求メッセージをLSPの初段から最終段まで転送  
し、最終段から初段までラベル割り当てメッセージを逆  
方向に転送するような方法でLSP設定を行なう場合、  
まず最終段ノードが送出するラベル割り当てメッセージ  
内に最終段ノードからのホップ数Ho(=1)を含ま  
せ、それを受信した中継段のノードでは、設定しようと  
しているLSPの出力側ラベル種別と入力側ラベル種別  
を比較して、そのLSPに関して自分自身で汎用ラベル

10

20

30

40

50

処理（汎用ラベルヘッダ内の TTL 値の書き換え処理）を行うか否かを判定する。汎用ラベル処理を行う場合には上流ノードに対してホップ数  $H_o = 1$  を返し、自分自身で汎用ラベル処理を行わない場合には「上流ノードに対して送信する  $H_o =$  下流ノードから受信した  $H_o + 1$ 」をラベル割り当てメッセージに記入して送信する。

【0068】図4の例の LSP では、ATM (VPI/VC I) から PPP (汎用ラベル) ヘラベル種別が変わるノード 403 と、PPP (汎用ラベル) からフレームリレー (DLC I) ヘラベル種別が変わるノード 405 において、汎用ラベルの処理を行うため、結果的に図4 (a) に示すようにラベル割り当てメッセージ内の  $H_o$  値は変化しながら、下流から上流へ向けて転送されていく。あるいは、ラベル割り当て要求メッセージ無しに、最終段ノードが上流へ向けてラベル割り当てメッセージを送信し、該当ラベル割り当てメッセージに含まれるストリームの本当の上流にあたる中継ノードだけがそれを受け入れて、 $H_o$  を上述の判断基準に従って必要な時は加算しながらメッセージを上流へ向けて転送するような方法でも構わない。

【0069】また図4 (b) に示すように、LSP の初段ノードから最終段ノードまでの間で汎用ラベルヘッダの処理を行わない区間に閉じて、上流から下流へのラベル割り当て要求メッセージの転送、下流から上流へのラベル割り当てメッセージの転送が行われ、然るべきホップカウンタ  $H_o$  がラベル割り当てメッセージに付随して転送される方法も可能である。すなわち、ラベル割り当て要求メッセージがノード 401-402-403 へ、ラベル割り当てメッセージがノード 403-402 ( $H_o = 1$ ) - 401 ( $H_o = 2$ ) と転送される。

【0070】その場合は、403-404間、404-405間は各々に閉じてラベル割り当て ( $H_o = 1$  もしくは割り当てメッセージ内に  $H_o$  なし) が行われる。405-406-407間は、401-402-403間と同様に、ラベル割り当てメッセージの転送が行われる。

【0071】なお、図4 (b) の場合に、ラベル割り当て要求メッセージ/ラベル割り当てメッセージを受けたノードが、402や406のようにそのメッセージを下流の隣接ノード/上流の隣接ノードへ（ラベル割り当てメッセージの場合はホップカウンタ  $H_o$  を加算して）転送するか、それとも403~405のように自ノードでラベル割り当て要求メッセージを終端させてラベル割り当てメッセージを上流へ返すかの判断は、設定しようとしている LSP の出力側ラベル種別と入力側ラベル種別を比較して、その LSP に関して自分自身で汎用ラベル処理（汎用ラベルヘッダ内の TTL 値の書き換え処理）を行うと判定した場合は後者を、行わないと判定した場合は前者を取れば良い。

【0072】また、後者の場合（403~405に相当

するノードの場合）に、 $H_o$  なしの割り当てメッセージを送信しても良いか（例えば404、405）、上流ノードのホップ数加算のために  $H_o = 1$  とした割り当てメッセージを送信すべきか（例えば403）を、LSP の入力側ラベル種別により（必要であれば上流の隣接ノードが汎用ラベル処理を行うか否かを知るためのメッセージ交換を行って）判断するようにしても良い。あるいは、403~405に相当するノードは常に  $H_o$  なしの割り当てメッセージを送信するが、それを受けた上流の隣接ノードが402や406に相当するノードだった場合には、その上流の隣接ノードが受けたメッセージを  $H_o = 1$  と解釈して動作する（加算した  $H_o$  を含む割り当てメッセージをさらに上流へ転送する）のでも良い。

【0073】また、図3 (b) と同様に、各隣接ノード間で独立にラベル割り当て手順を実行し、上流に向けてラベル割り当てメッセージを送信するノードは、設定しようとしている LSP に関してその時点で認識している汎用ラベル処理を行う最も近い下流ノードからのホップ数情報  $H_o$  をのせるとともに、その情報が変化した場合（下流から通知されるホップ数情報が変化した場合）には、その新しいホップ数情報を上流に制御メッセージにより伝えるという方法をとっても良い（図4 (c)）。そのメッセージは、ホップ数更新のための専用のメッセージであっても良いし、ホップ数情報の部分を更新したラベル割り当てメッセージであっても良い。

【0074】次に、第4の例、第5の例として、単一の LSP 内に図1の汎用ラベルヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントと ATM やフレームリレーなどのレイヤ2ヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントとが混在する場合の他の例について、図5、図6を用いて説明する。図4（第3の例）では、ATM-汎用ラベル-フレームリレーという順でスイッチングセグメントが並んでいたが、図5、6の例では汎用ラベル-フレームリレー-ATMの順にスイッチングセグメントが並んでいる。この場合の汎用ラベルヘッダ内の TTL 処理方法として、図5に示す方法と図6に示す方法の2通りが考えられる。

【0075】まず、図5に示す第4の例は、第3の例として説明した図4のケースと同様の考え方で LSP 上のパケット転送処理を行う場合を示している。まず LSP の初段ノード 501 では、受信したレイヤ3パケットのヘッダ参照により得られるストリーム情報（宛先レイヤ3アドレス、送信元レイヤ3アドレスなど）をキーに、図7に示すようなストリーム情報テーブル 701 を参照し、出力すべきインタフェース（この例では LAN）および付与すべき汎用ラベルヘッダの内容（ラベル値、COS 値、TTL 値）を決定し、汎用ラベルヘッダとレイヤ2ヘッダを付与し所定の出力インタフェースよりレイヤ2フレームを出力する。この際、次段ノード 502 でも汎用ラベルヘッダ処理を行うため、初段ノード 501

P)としては、第3の例(図4)と同様のバリエーションが考えられる。すなわち、図5(a)のようにLSPの最終段から初段までラベル割り当て処理を伝搬させる方法、図5(b)のように汎用ラベルヘッダ内のTTL減算処理を行わないノードの範囲でラベル割り当て処理を伝搬させる方法、図5(c)のようにラベル割り当て処理は各隣接で独立に実行し必要に応じてホップ数情報を更新する方法、である。ここでは、フレームリレーヘッダのDLCIを入力ラベルとし、ATMセルヘッダのVPI/VC1を出力ラベルとするノード(ノード505)でもTTL処理を行う場合、すなわち入力ラベルも出力ラベルも汎用ラベルヘッダ内のものを用いないが汎用ラベルヘッダ内のTTL値は減算処理する場合、の制御プロトコルを示している。

【0081】次に、図6に示す第5の例は、図5に示した第4の例において、フレームリレーフレームヘッダからATMセルヘッダにスイッチングのためのラベルが変わるノード505において、汎用ラベルヘッダのTTL処理を行わない場合を示している。

【0082】まずLSPの初段ノード501から中継段ノード502、503、504までは図5と同様に転送処理を行っている。ノード505では、フレームリレーヘッダ(DLCI)を入力ラベルとしてラベル情報テーブル801を検索し、出力インタフェース(ATM)と出力ラベル(VPI/VC1)を得る。ここで、汎用ラベルヘッダ内のラベルフィールド値はスイッチング自体には利用されていないため、フレームリレーフレームからATMセルへの変換時にレイヤ3パケットに付与する汎用ラベルヘッダ内のTTL値(label\_ttl)の書き換えを行わない。したがって、中継段ノード503から最終段ノード507の間のノード504、505、506において汎用ラベルヘッダ処理が行われないことになるため、中継段ノード503では汎用ラベルヘッダ処理時に、次のTTL値処理を行うノード507までのホップ数にあたる4だけTTL減算を行う。

【0083】LSPの最終段となるノード507での処理は、第4の例と同様である。この第5の例では、

(a) 汎用ラベルヘッダ内のラベル値をキーにラベル情報テーブルを検索しスイッチングを行うノード(図6の503)、(b) ラベル情報テーブルの検索の結果汎用ラベルヘッダ内のラベル値を更新するノード(図6の502)、において汎用ラベルヘッダ内のTTL値を必要数だけ減算することで、結果的にLSPの最終段ノードからのパケット出力時に付与するレイヤ3ヘッダ内のTTL値を、従来のように各ルータでレイヤ3ヘッダのTTL値を減算していた時とまったく同じ値に設定することを実現している。

【0084】この場合のラベル制御プロトコル(LDP)としては、第4の例(図5)と同様のバリエーションが考えられる。すなわち、図6(a)のようにLSP

と、a)は、図5(a)のようにLSPの最終段から初段までラベル割り当て処理を伝搬させる方法、図5(b)のように汎用ラベルヘッダ内のTTL減算処理を行わないノードの範囲でラベル割り当て処理を伝搬させる方法、図5(c)のようにラベル割り当て処理は各隣接で独立に実行し必要に応じてホップ数情報を更新する方法、である。ここでは、フレームリレーヘッダのDLCIを入力ラベルとし、ATMセルヘッダのVPI/VC1を出力ラベルとするノード(ノード505)でもTTL処理を行う場合、すなわち入力ラベルも出力ラベルも汎用ラベルヘッダ内のものを用いないが汎用ラベルヘッダ内のTTL値は減算処理する場合、の制御プロトコルを示している。

【0081】次に、図6に示す第5の例は、図5に示した第4の例において、フレームリレーフレームヘッダからATMセルヘッダにスイッチングのためのラベルが変わるノード505において、汎用ラベルヘッダのTTL処理を行わない場合を示している。

【0082】まずLSPの初段ノード501から中継段ノード502、503、504までは図5と同様に転送処理を行っている。ノード505では、フレームリレーヘッダ(DLCI)を入力ラベルとしてラベル情報テーブル801を検索し、出力インタフェース(ATM)と出力ラベル(VPI/VC1)を得る。ここで、汎用ラベルヘッダ内のラベルフィールド値はスイッチング自体には利用されていないため、フレームリレーフレームからATMセルへの変換時にレイヤ3パケットに付与する汎用ラベルヘッダ内のTTL値(label\_ttl)の書き換えを行わない。したがって、中継段ノード503から最終段ノード507の間のノード504、505、506において汎用ラベルヘッダ処理が行われないことになるため、中継段ノード503では汎用ラベルヘッダ処理時に、次のTTL値処理を行うノード507までのホップ数にあたる4だけTTL減算を行う。

【0083】LSPの最終段となるノード507での処理は、第4の例と同様である。この第5の例では、

(a) 汎用ラベルヘッダ内のラベル値をキーにラベル情報テーブルを検索しスイッチングを行うノード(図6の503)、(b) ラベル情報テーブルの検索の結果汎用ラベルヘッダ内のラベル値を更新するノード(図6の502)、において汎用ラベルヘッダ内のTTL値を必要数だけ減算することで、結果的にLSPの最終段ノードからのパケット出力時に付与するレイヤ3ヘッダ内のTTL値を、従来のように各ルータでレイヤ3ヘッダのTTL値を減算していた時とまったく同じ値に設定することを実現している。

【0084】この場合のラベル制御プロトコル(LDP)としては、第4の例(図5)と同様のバリエーションが考えられる。すなわち、図6(a)のようにLSP

の最終段から初段までラベル割り当て処理を伝搬させる方法、図6(b)のように汎用ラベルヘッダ内のTTL減算処理を行わないノードの範囲でラベル割り当て処理を伝搬させる方法、図6(c)のようにラベル割り当て処理は各隣接で独立に実行し必要に応じてホップ数情報を更新する方法である。ここで、第4の例(図5)と異なるのは、フレームリレーヘッダのDLCIを入力ラベルとし、ATMセルヘッダのVPI/VC Iを出力ラベルとするノード(ノード505)ではTTL処理を行わないことを想定した制御プロトコルである点である。

【0085】すなわち、この場合は、あるLSPについて、自ノードの入力側ラベル種別と出力側ラベル種別が異なっている、それがいずれも汎用ラベルヘッダ内のラベルでない場合(ATM VPI/VC IやフレームリレーDLCIである場合)には、自ノードでは汎用ラベルヘッダ処理(TTL値の書き換え)はしないと判断して、「上流ノードに対して送信するH o = 下流ノードから受信したH o + 1」をラベル割り当てメッセージに記入して送信する。

【0086】図5(c)、図6(c)では、LSP経路上のノードは、すでに上流に対してラベルを割り当てた際に一時的にホップ数を通知していたとしても、後に下流からラベルがわりあてられた際に通知されたホップ数を参照して、上流ノードに対して正しいホップ数を改めて通知することが必要となる。その正しいホップ数が、図5の場合のノード505、504ではそれぞれ1、2となり、図6の場合のノード505、504ではそれぞれ3、4となる。その通知するメッセージは、ホップ数更新のための専用のメッセージであっても良いし、ホップ数情報の部分を更新したラベル割り当てメッセージであって良い点は、図4(c)や図3(b)と同様である。

【0087】以上説明してきたいくつかの場合について、LSP上の各ノードでのラベル割り当て制御のためのメッセージ受信時の動作の流れを以下に示す。図9は、図2(a)、図3(a)、図4(a)(b)、図5(a)(b)、図6(a)(b)の場合について、下流ノードからラベル割り当てメッセージを受信したときの動作の一例をまとめたものである。

【0088】まず、あるストリームに関するラベル割り当てメッセージを下流ノードから受信すると、ラベルを割り当てるストリームに関する情報、下流側のラベルの種別(ATMかフレームリレーか汎用ラベルか、など)、下流から受信したホップ数情報H oなどをチェックし記憶する(ステップS-1)。

【0089】そして、下流からラベル割り当てを受けたストリームと同一のストリームに関するラベル割り当て要求を上流ノードから受けているか否か(着目ストリームに関する未割り当てのラベル割り当て要求があるか否か)をチェックする(ステップS-2)。未割り当てのラベル割

り当て要求がない場合には、そこで処理が終了し、下流から受信したホップ数情報H oをそのストリームと関連付けて記憶する。この場合には、以後そのノードで、該当ストリームに属するパケットを受信した場合、そのストリームに関しては初段ノードとしての動作を行う。すなわち、受信パケットのレイヤ3ヘッダ内のTTL値(ip\_ttl)からH oだけ減算した値を汎用ラベルヘッダ内のTTL値(label\_ttl)として設定して、所定のラベル値を付与してパケットを送出する。

【0090】ラベル割り当てを受けたストリームと同一のストリームが上流側でラベル割り当て待ち状態にある場合には、割り当てるラベル値を決定するとともに、割り当て待ち状態の上流側のラベル種別をチェックし(ステップS-3)、ラベル割り当てを受けた下流側ラベルの種別と比較して、設定しようとしているLSPに関して、自ノードで汎用ラベルヘッダのTTL処理を実行するかどうかを判断する(ステップS-4)。この判断基準の具体例については後述する。

【0091】汎用ラベルヘッダ内のTTL処理を行うと判断した場合には、ホップ数情報H oを1にして(ステップS-5)、ラベル割り当てメッセージを割り当て待ち状態の上流ノードへ送信する(ステップS-7)。汎用ラベルヘッダ内のTTL処理を行わないと判断した場合には、ホップ数情報H oを下流から受信したH oに1加算したものにして(ステップS-6)、ラベル割り当てメッセージを割り当て待ち状態の上流ノードへ送信する(ステップS-7)。この時点でこのノードでは、今処理したラベル割り当てメッセージの内容に相当する情報が図8のラベル情報テーブルのエントリとして生成されている。よって以後は、上流へ通知したラベル値の付与されたフレームを受信すると、LSPの中継段ノードとして、送信インタフェースや送信時に付与すべきラベル値を決定、付与し、出力する。

【0092】図10は、上述した「自ノードで汎用ラベルヘッダのTTL処理を実行するかどうか」の判断(図9のステップS-4)の具体的内容を示している。まず判断するためのパラメータとなる情報として、入力側ラベル種別と出力側ラベル種別を用いる。隣接する(物理的あるいは論理的な)ノード間であらかじめ利用するラベル種別やラベルの値の範囲などはネゴシエーションが行われており、その内容を個々のノードでは隣接ノード毎に記憶している。

【0093】まず、入力側ラベル種別が出力側ラベル種別のいずれか一方が汎用ラベルヘッダである場合(ステップS-11)には、そのノードでスイッチングのために汎用ラベルヘッダの処理を実行するため、汎用ラベルヘッダ内のTTL値処理も実行されると判断する。上流と下流のいずれのラベルも汎用ラベルヘッダでない(例えばレイヤ2ヘッダである)場合、さらにラベル種別が同一である場合(例えばATM VPI/VC I、ある

いはフレームリレーDLCI)には、汎用ラベルヘッダ内のTTL値処理は実行されないと判断する(従来のATMスイッチングあるいはフレームリリーススイッチングが実行されるため)。

【0094】ラベル種別が異なる場合(例えば下流がATM VPI/VC Iで上流がフレームリレーDLCI)には、図5に示した方式で動作する場合には汎用ラベルヘッダ内のTTL処理を実行すると判断し、図6に示した方式で動作する場合には実行しないと判断する。異なるラベル種別間(汎用ラベル以外の)のスイッチング時に汎用ラベルヘッダ内容を書き換えられるようにするか否かの実装形態により、いずれの場合も考えられる(図10はTTL処理を実行する図5の方式の場合について示している)。

【0095】図11は、図2(b)、図3(b)、図4(c)、図5(c)、図6(c)の場合について、上流ノードからラベル割当て要求メッセージを受信したときの動作の一例をまとめたものである。これは、図9の例のようにラベル割当て要求が最終的な初段から最終段まで、あるいはTTL処理をする上流ノードから次にTTL処理をする下流ノードまで伝搬する方法ではなく、基本的には隣接ノード間で割当て要求と割当て処理が閉じるような手順をとった場合の動作である。この場合でも、結果的に正しいホップ数情報(TTL処理をしないノードの連続数に関する情報)が正しく各ノードで管理できるためのメカニズムが必要である。

【0096】そこで、ノードがあるストリームに関するラベル割当て要求メッセージを上流ノードから受信する(ステップS-21)と、割当てすべきラベル値を決定するとともに、要求ストリームに関する下流側のラベルがすでに割当てられているか否かをチェックする(ステップS-22)。

【0097】下流側ラベルが存在しない場合(あるいはトポロジ的に最終段ルータである場合)には、そのストリームに関するホップカウント情報 $H_o = 1$ を記憶し(ステップS-24)、それをラベル値(およびラベル種別)とともに上流側へラベル割当てメッセージにより通知する(ステップS-26)。

【0098】下流側ラベルがすでに存在する場合には、その下流側ラベル種別と上流へ割当てようとしているラベル種別とから、そのノードにおいて汎用ラベルヘッダのTTL値処理をするか否かを判定する(ステップS-23)。判定方法については例えば図10に示したものを利用する。TTL処理をすると判断した場合には、そのストリームに関するホップカウント値 $H_o = 1$ を記憶し(ステップS-24)、TTL処理をしないと判断した場合には、そのストリームに関するホップカウント値として下流から受信した値 $H_o$ に1加算したものを記憶する(ステップS-25)。そしてラベル値(およびラベル種別)とともに、記憶したホップカウント情報を

上流側へラベル割当てメッセージにより通知する(ステップS-26)。

【0099】図12は、図2(b)、図3(b)、図4(c)、図5(c)、図6(c)の場合について、下流からラベル割当てメッセージ(または後述する更新メッセージ)を受信した際の動作の一例をまとめたものである。

【0100】下流からラベル割当てメッセージを受信すると、ラベルとともにメッセージ内のホップカウント値 $H_o$ を記憶する(ステップS-31)。ここで、受信したラベル割当てメッセージに含まれているものと同じストリームに関する上流側のラベルがすでに存在するか否かをチェックする(ステップS-32)。上流側ラベルが存在しなければそこで処理は終了するが、存在する場合にはその上流側ラベル種別と下流側のラベル種別とから、そのノードにおいて汎用ラベルヘッダのTTL値処理をするか否かを判定する(ステップS-33)。判定方法については例えば図10に示したものを利用する。

【0101】汎用ラベルヘッダ処理を行うと判断された場合には、すでに上流に対してホップカウント情報 $H_o = 1$ が通知されているはずなので、そのまま処理が終了する。汎用ラベルヘッダ処理をしないと判断された場合には、下流から受信したホップカウント値と上流へすでに割当てている(記憶された)ホップカウント値とを比較し(ステップS-34)、下流から受信した $H_o + 1$ が上流へ割当てている値と一致していればそのまま処理が終了するが、一致しない場合には、上流ノードに対して「下流から受信した $H_o$ に1加算した値」を正しいホップカウント情報として通知する(ステップS-35)。このホップカウント情報の通知は、新たに正しいホップカウントを通知するためのメッセージ(更新メッセージ)を定義して用いても良いし、ラベル値をすでに割当てている値を書きこんで、ホップカウント値だけを新たに書き換えたラベル割当てメッセージを送信しても良い。

【0102】以上説明してきた例では、ポイントツーポイントのLSPについてのみ言及したが、これらの手順は、複数の異なる上流ラベルがひとつの下流ラベルに対応付けられる(ストリームのマージ)マルチポイントツーポイントのLSPについても適用することができる。【0103】例えば、図6の例において、あるストリームのためにポイントツーポイントのLSPが初段ノード501から最終段ノード507まで設定されている状態で、中継段ノード503に対して現在のの上流ノード502とは異なる別の上流ノード508から同じストリームのためのLSP設定要求が送信されてきた場合を考える。

【0104】この場合のノード503での処理は、図6の(a)、(b)のようなラベル割当て要求メッセー



ジ、割り当てメッセージを伝搬させる方法、(c)のような隣接ノード間のみでラベル割り当てが独立に行なわれる方法のいずれにおいても同様に考えることができる。

【0105】すなわち、ラベル割り当て要求メッセージを受信したノード503での処理フローは、図11に示したものと同様になる。まず、上流ノード508からラベル割り当て要求メッセージを受信したノード503は、要求ストリームのための下流側のラベルがノード504との間ですでに存在していると認識すると、その下流側ノードとの間で割り当てているラベル種別（フレームリレーのDLCI）と上流ノード508との間で割り当てべきラベル種別とから、自ノードにおいて、ノード508からのパケットストリームにつき、汎用ラベルヘッダのTTL値処理を行なうか否かを、図10に示したような基準で判定する。

【0106】例えば上流側ラベル種別がLAN上の汎用ラベルの場合には、すでに存在するノード502との間の上流側ラベルと同様、このノード503において汎用ラベル処理を行なうため、新たな上流ノード508に対して  $H_o = 1$  を記憶し、記憶した  $H_o = 1$  とともに（もしくは  $H_o$  なしで）ラベル値を上流ノード508に対してラベル割り当てメッセージにより通知する。

【0107】この場合、実際にパケットがノード508から転送されてくると、受信した汎用ラベルヘッダ内のラベル値を参照し、出力インタフェースや下流ノード504へ送出するためのフレームリレーDLCI値（上流ノード502から受信したラベル値からラベル情報テーブルを検索して得られる値と同じDLCI値が得られる）とともに減算すべき汎用ラベルヘッダ内のTTL値（図6では4）を得る。

【0108】一方、上流側ラベル種別がフレームリレーのDLCIの場合には、下流側504との間のラベル種別と同一であるため、ノード503において汎用ラベル処理を行なう必要がないことを認識し、新たな上流ノード508に対して  $H_o = 4 + 1 = 5$  を記憶し、ラベル値とともに、記憶した  $H_o = 5$  を上流ノード508に対してラベル割り当てメッセージにより通知する（これにより上流ノードから予めTTL値が減算されたパケットが送られてくることになる）。

【0109】この場合、実際にパケットがノード508から転送されてくると、受信したDLCI値を参照し、出力インタフェースや下流ノード504へ送出するためのDLCI値（上流ノード502から受信したラベル値からラベル情報テーブルを検索して得られる値と同じDLCI値が得られる）が得られるが、汎用ラベルヘッダ内のTTL値は処理されない（従って、TTL減算数の情報は必要ない）。

【0110】このようにあるノードにおいてLSPがマージする場合には、どの上流ノードからのラベル化フレ

ームを転送するかによって、同じ下流ノードへ同じラベルを付与して転送する場合でも、汎用ラベルヘッダ内のTTL値を処理する場合と処理しない場合がある。これは、上流ノードとの間のラベル種別と下流ノードとの間のラベル種別の組合せにより、そのノードでの処理方法が決まるためである。

【0111】また、本発明は、ユニキャスト通信に対してだけでなく、マルチキャスト通信に対しても、制御手順を多少変更することにより適用することができる。以下には、この例を示す。

【0112】図15は、図4に示したネットワーク構成にノード408、409、410を加えたもので、レイヤ3のマルチキャスト通信のためのポイントツーマルチポイント（図15では1対2）のLSPを利用する様子を示している。ユニキャスト（マージなし（ポイントツーポイント））、およびマージあり（マルチポイントツーポイント）の場合と大きく異なるのは、汎用ラベルヘッダ内のTTL値を複数減算する位置が異なる点である。

【0113】ユニキャストの場合は、LSP上のあるノードにおいて、下流隣接にTTL処理しないノードが  $k$  個連続して存在する場合に、自ノードとそれらのノードの分も含めて  $(k+1)$ 、先にTTL減算していた。マルチキャストの場合には、下流側で分岐した際に分岐した先によって減算すべきTTL数が一般に異なるため、上記減算方法を適用するのが難しい場合がある。そのため、マルチキャストの場合には、LSP上のノードにおいて、上流隣接にTTL処理しないノードが  $k$  個連続して存在する場合に、自ノードとそれらのノードの分も含めて  $(k+1)$ 、後にTTL減算する。これを可能にするための、ラベル制御プロトコルの例を以下に示す。

【0114】まず、ラベル割り当て要求メッセージがLSPの初段から最終段まで転送されていき、ラベル割り当てメッセージが逆に最終段から初段まで返されるような手順の場合（図15）には、ラベル割り当て要求メッセージに、TTL減算数に相当する情報を含める。初段ノード401は402に対して  $H_i = 1$  を含めたラベル割り当て要求メッセージを送信し、ノード402は自ノードの上流側も下流側もラベル種別がATMであることを認識すると、403に対して  $H_i = 1 + 1 = 2$  のラベル割り当て要求メッセージを送信する。

【0115】ノード403では、LSPが404方向と408方向とに分岐しているが、404方向はPPPリンク上の汎用ラベルであるので、自ノードで汎用ラベルヘッダ内のTTL処理を行うため、404に対して  $H_i = 1$  にしてラベル割り当て要求を送信し、408方向はATMラベルであるので、自ノードでは汎用ラベルヘッダ処理はしないため、408に対して  $H_i = 2 + 1 = 3$  にしてラベル割り当て要求を送信する。

【0116】さらに、ノード408は409に対して、 $H_i = 3 + 1 = 4$  にしてラベル割り当て要求を、404

10

20

30

40

50



10

20

30

40

50.

50.

[illegible]

図。

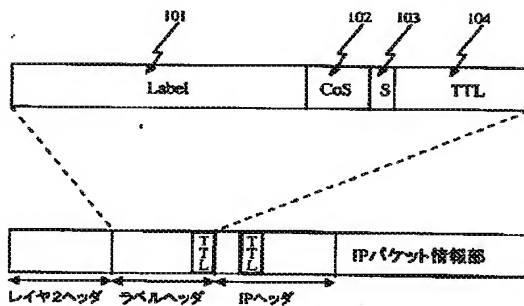
【図13】 LSPの初段および最終段の役割を果たすエッジノードの機能構成例を示す図。

【図14】 LSPの中継段の役割を果たすコアノードの機能構成例を示す図。

【図15】 汎用ラベルヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントと、レイヤ2ヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントとが混在するネットワークで、マルチキャスト通信を行う場合の、TTL処理を含む制御手順の一例を説明するための図。

【図16】 汎用ラベルヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントと、レイヤ2ヘッダ内のラベル値を利用してスイッチングを行うセグメントとが混在するネットワークで、マルチキャスト通信を行う場\*

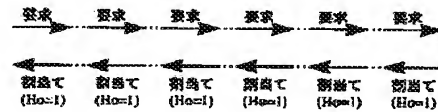
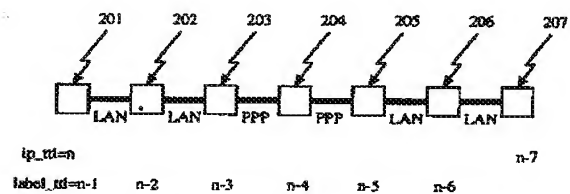
【図1】



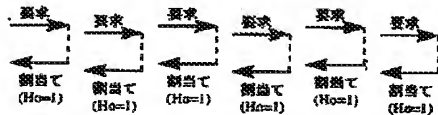
【図7】

ストリーム情報	出力L/F	出力ラベル 種類	出力 ラベル値	CoS値	TTL減算数
xx.yy.zz.aa/24	stm-1	vpi/vci	1/123	1	2
aa.bb.cc.dd/24	ether-1	汎用label	9876	2	1
aa.bb.cc.ee/24	ether-2	汎用label	5555	2	1
pp.qq.rr.ss/26	fr-1	dici	345	3	4

【図2】



(a)

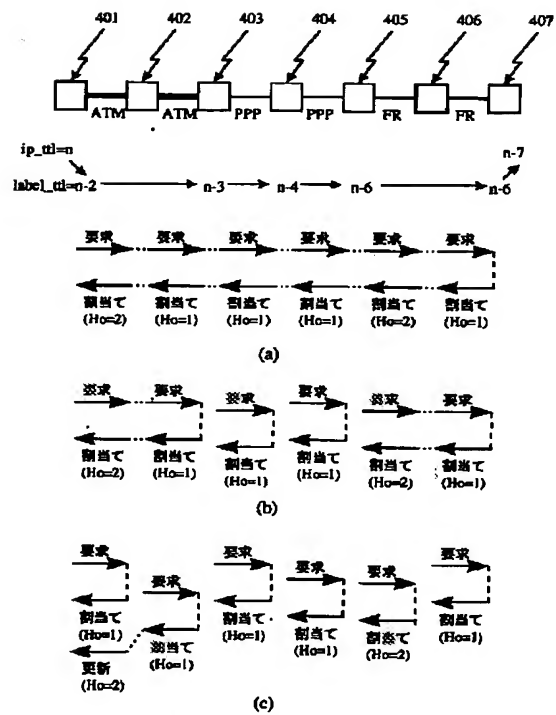


(b)

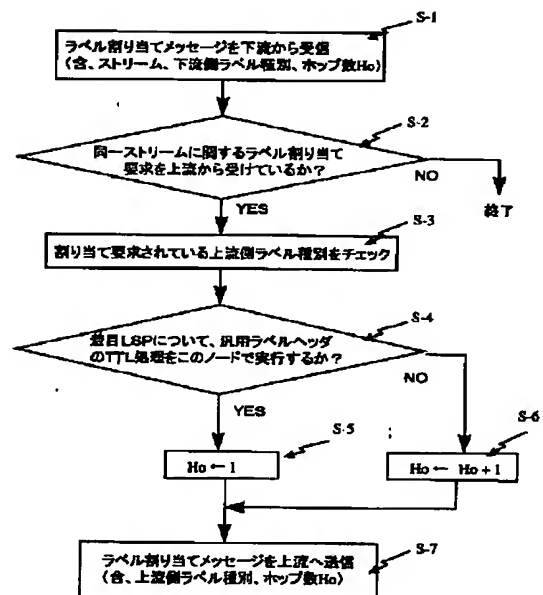
【図8】

入力L/F	入力ラベル値	出力L/F	出力ラベル 種類	出力 ラベル値	TTL減算数
stm-2	1/123	stm-1	vpi/vci	2/7654	-
ether-1	9012	fr-1	dici	332	2
stm-1	1/666	fr-2	dici	590	2 (or "...")

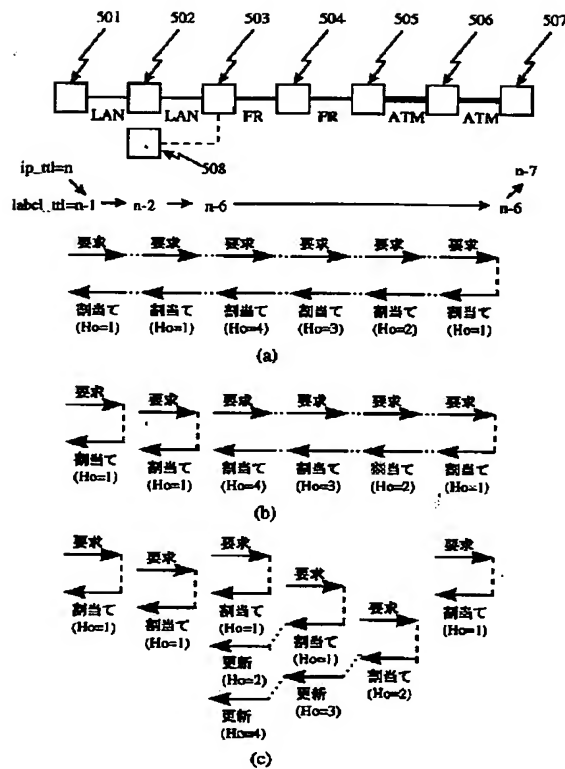
【圖 4】



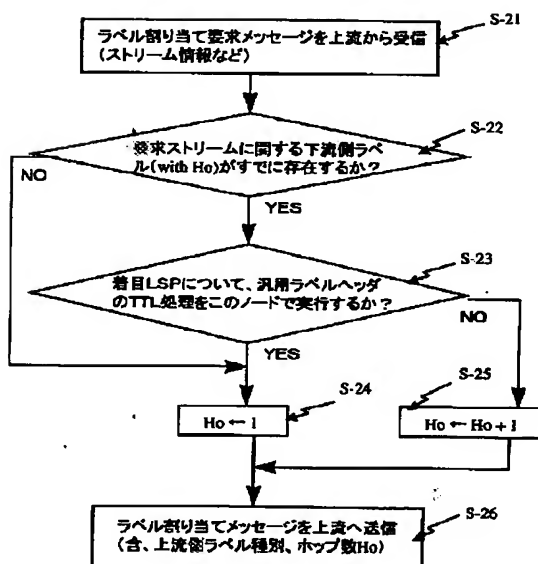
【圖9】



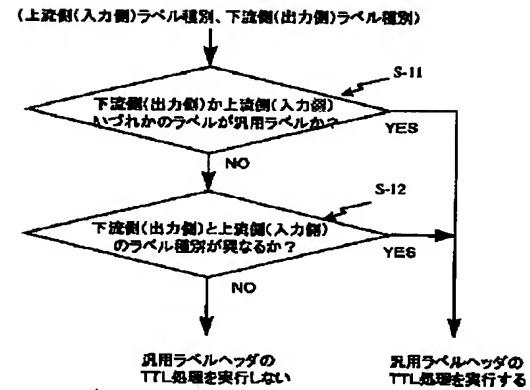
【図6】



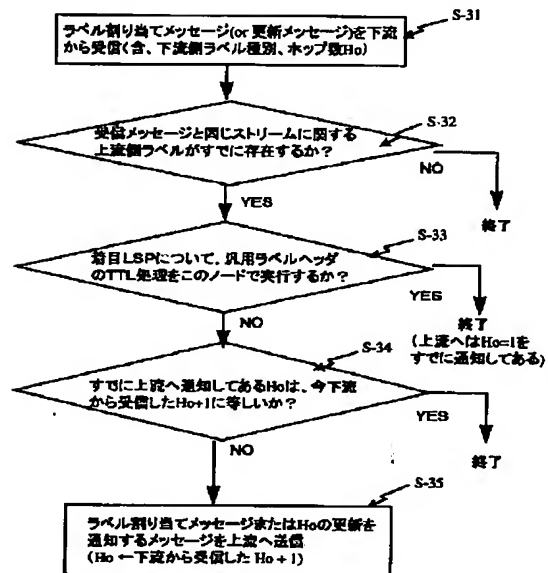
【図11】



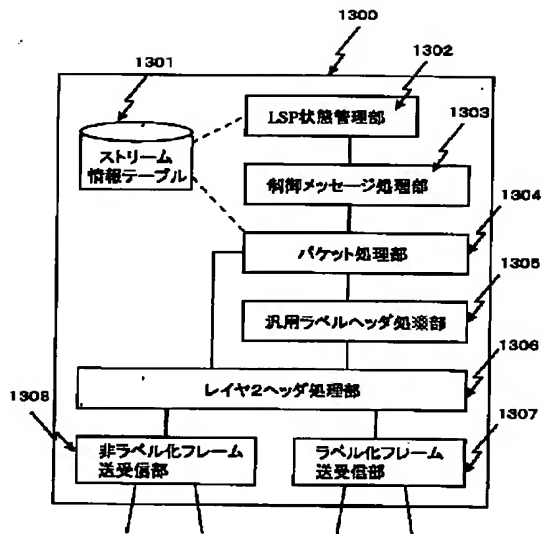
【図10】



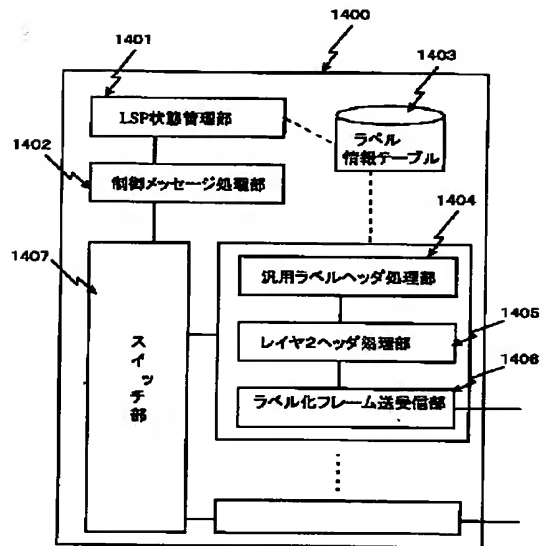
【図12】



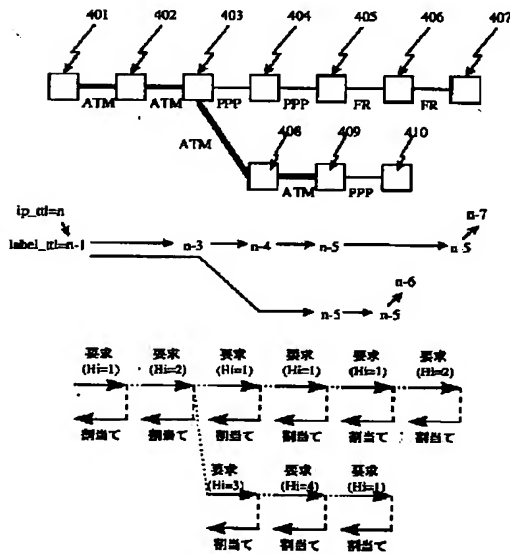
【図13】



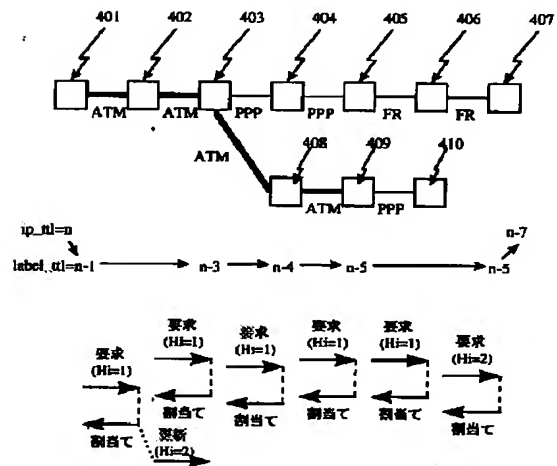
【図14】



【図15】



【図16】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第3区分  
 【発行日】平成16年7月22日(2004.7.22)

【公開番号】特開2000-22699(P2000-22699A)  
 【公開日】平成12年1月21日(2000.1.21)  
 【出願番号】特願平10-184916  
 【国際特許分類第7版】  
   H 0 4 L   12/28  
   H 0 4 Q   3/00  
 【F I】  
   H 0 4 L   11/20                   D  
   H 0 4 Q   3/00

【手続補正書】  
 【提出日】平成15年6月27日(2003.6.27)  
 【手続補正1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】特許請求の範囲  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項1】

パケットストリームに割り当てられた入力ラベルと出力ラベルとを用いて、当該パケットストリームに含まれるパケットをラベルスイッチングする複数のノードにより構成される、ネットワーク上のラベルスイッチングパスのホップカウントを管理する方法であって、前記複数のノードのそれぞれは、前記パケットに前記ラベルスイッチングを行う際に、当該パケットに含まれる当該パケットが経由したノード数を表す情報を更新するか否かを判定する第1のステップと、

前記複数のノードのうちの前記情報を更新しないと判定した複数の第1の種別のノードのそれぞれは、当該第1の種別のノードの上流側で隣接するノードと当該第1の種別のノードの下流側で隣接するノードのうちのいずれか一方のノードである第1の隣接ノードから前記ラベルスイッチングパスのホップカウントが通知されたとき、前記ラベルスイッチングパスについて通知されたホップカウントを増加させることにより得られた増加されたホップカウントを含む第1のメッセージを、前記上流側で隣接するノードと前記下流側で隣接するノードのうちの他方のノードである第2の隣接ノードへ送信する第2のステップと

、  
 前記複数のノードのうちの前記情報を更新すると判定した複数の第2の種別のノードのそれぞれは、当該第2の種別のノードが前記情報を更新することを表す第2のメッセージを前記第2の隣接ノードへ送信する第3のステップと、  
 を有することを特徴とするホップカウント管理方法。

【請求項2】

前記複数の第2の種別のノードのそれぞれは、前記第2の隣接ノードとして前記第1のメッセージを受信したときには、前記増加されたホップカウントに基づいて、当該第2の種別のノードの上流側の上流ノードから受信した前記パケットをラベルスイッチングするとともに、当該パケットに含まれる前記情報を更新することにより、当該パケットを当該第2の種別のノードの下流側の下流ノードへ転送するステップをさらに有することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項3】

前記複数の第2の種別のノードのそれぞれは、前記第2の隣接ノードとして第2のメッセ



ージを受信したときには、デフォルト値に基づいて、当該第2の種別のノードの上流側の上流ノードから受信した前記 packets をラベルスイッチングするとともに、当該 packets に含まれる前記情報を更新することにより、当該 packets を当該第2の種別のノードの下流側の下流ノードへ転送するステップをさらに有することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項4】

前記複数の第1の種別のノードのそれぞれは、当該第1の種別のノードの上流側の上流ノードから受信した前記 packets を、前記情報を更新することなく、ラベルスイッチングすることにより、下流側の下流ノードへ転送するステップをさらに有することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項5】

前記第3のステップは、デフォルトホップカウントを含む前記第2のメッセージを送信することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項6】

前記第1のステップは、前記 packets のヘッダは前記情報を含み、しかも当該ヘッダに前記入力ラベルと前記出力ラベルのうちのいずれか一方が記入されているときには、前記情報を更新すると判定することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項7】

前記第1のステップは、前記 packets のヘッダは、前記情報を含む第1のヘッダとは異なる第2のヘッダであり、しかも、当該第2のヘッダに、前記入力ラベルと前記出力ラベルの双方が記入されているときには、前記情報を更新しないと判定する請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項8】

前記第1のステップは、前記入力ラベルの種別と前記出力ラベルの種別が互いに異なるときには、前記情報を更新すると判定する請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項9】

前記複数のノードのうちの少なくとも1つのノードは、前記 packets ストリームに含まれる packets であって、当該ノードの上流ノードのうちの1つから転送されてきた第1の packets に対しては前記第1の種別のノードとして動作し、他の1つの上流ノードから転送されてきた第2の packets に対しては前記第2の種別のノードとして動作することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項10】

前記複数のノードのうちの少なくとも1つのノードは、前記 packets ストリームに含まれる packets であって、当該ノードの下流ノードのうちの1つへ転送される第3の packets に対しては前記第1の種別のノードとして動作し、他の1つの下流ノードへ転送される第4の packets に対しては前記第2の種別のノードとして動作することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項11】

前記複数の第2の種別のノードのうちの少なくとも1つは、前記 packets ストリームのラベルスイッチングパス上の第1の隣接ノードのうちの1つの第1の隣接ノードからの前記第1のメッセージと、他の1つの第1の隣接ノードからの前記第2のメッセージとを前記第2の隣接ノードとして受信しすることを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

【請求項12】

前記複数の第2の種別のノードのうちの少なくとも1つは、前記 packets ストリームのラベルスイッチングパス上の第1の隣接ノードのうちの1つの第1の隣接ノードからの1つの増加されたホップカウントを含む1つの前記第1のメッセージと、他の1つの第1の隣接ノードからの他の1つの増加されたホップカウントを含む他の1つの前記第1のメッセージとを、前記第2の隣接ノードとして受信することを特徴とする請求項1記載のホップカウント管理方法。

**【請求項 1 3】**

パケットストリームに割り当てられた入力ラベルと出力ラベルを用いて、ラベルスイッチングパスで転送される当該パケットストリームに含まれるパケットをラベルスイッチングするラベルスイッチング手段と、

前記入力ラベルを割り当てる第 1 のメッセージを上流ノードと交換し、前記出力ラベルを割り当てる第 2 のメッセージを下流ノードと交換する制御メッセージ処理手段とを具備し、

前記制御メッセージ処理手段は、

(a) 前記第 1 のメッセージと前記第 2 のメッセージのうちの一方から前記ラベルスイッチングパスのホップカウントを受け取り、

(b) 前記パケットに含まれる当該パケットが通過したノードの数を表す情報を前記ラベルスイッチング手段で更新するか否かを判定し、

(c) 前記情報を更新しないと判定したときには、前記ラベルスイッチングパスのホップカウントを増加させることにより得られた増加ホップカウントを、前記第 1 のメッセージと前記第 2 のメッセージのうちの一方に記入し、

(d) 前記情報を更新すると判定したときには、前記情報の更新を表すデータを、前記第 1 のメッセージと前記第 2 のメッセージのうちの一方に記入することを特徴とするノード装置。

**【請求項 1 4】**

前記ラベルスイッチング手段は、

前記入力ラベルと前記情報を含むパケットを上流ノードから受信する受信手段と、

前記第 1 のメッセージと前記第 2 のメッセージのうちの 1 つが前記増加ホップカウントを含むときには、デフォルト値よりも大きい値のホップカウント値を記憶し、前記第 1 のメッセージと前記第 2 のメッセージのうちの 1 つが、前記情報の更新を表すデータを含むときには、デフォルト値であるホップカウント値を記憶する記憶手段と、

前記受信手段で受信したパケットに含まれる前記情報を更新すると判定したときに、前記記憶手段で記憶された前記ホップカウント値を基に当該情報を更新する更新手段と、前記入力ラベルを前記出力ラベルに置き換えることによって、前記パケットを転送する転送手段と、

を具備したことを特徴とする請求項 1 3 記載のノード装置。

**【請求項 1 5】**

前記ラベルスイッチング手段は、

下位レイヤのヘッダに前記入力ラベルを含み、上位レイヤのヘッダに前記情報を含むパケットを上流ノードから受信する受信手段と、

前記情報を更新しないと判定したとき、上位レイヤのヘッダを処理することなく、前記入力ラベルを下位レイヤのヘッダの出力ラベルに置き換えることにより、前記パケットを転送する転送手段と、

を具備することを特徴とする請求項 1 3 記載のノード装置。

**【請求項 1 6】**

前記制御メッセージ処理手段は、

前記パケットのヘッダは前記情報を含む第 1 のヘッダであり、しかも当該第 1 のヘッダに前記入力ラベルと前記出力ラベルのうちのいずれか一方が記入されているときには、前記情報を更新すると判定し、

前記パケットのヘッダは、前記第 1 のヘッダとは異なる第 2 のヘッダであり、しかも当該第 2 のヘッダに前記入力ラベルと前記出力ラベルの双方が記入されているときには、前記情報を更新しないと判定することを特徴とする請求項 1 3 記載のノード装置。

**【請求項 1 7】**

前記制御メッセージ処理手段は、

前記入力ラベルの種別と前記出力ラベルの種別が互いに異なるか、あるいは、前記パケットのヘッダは、前記情報を含む第 1 のヘッダであり、しかも、前記入力ラベルと前記出力

ラベルのうちのいずれか一方が前記第1のヘッダに記入されてるときには、前記情報を更新すると判定し、

前記パケットのヘッダは、前記第1のヘッダとは異なる第2のヘッダであり、前記入力ラベルと前記出力ラベルの双方が同一の種別でしかも前記第2のヘッダに記入されるときには、前記情報を更新しないと判定することを特徴とする請求項13記載のノード装置。

【請求項18】

前記ラベルスイッチング手段は、

前記パケットストリームに含まれる第1のパケットを、第1の入力ラベルの第1の上流ノードから前記出力ラベルの下流ノードへ転送し、当該パケットストリームに含まれる第2のパケットを、第2の入力ラベルの第2の上流ノードから前記出力ラベルの下流ノードへ転送し、

前記制御メッセージ処理手段は、前記第1のパケットと前記第2のパケットのそれぞれに対して別々に動作することを特徴とする請求項13記載のノード装置。

【請求項19】

前記ラベルスイッチング手段は、前記パケットストリームに含まれるパケットであって、第1の入力ラベルの上流ノードからのパケットを、第1の出力ラベルの第1の下流ノードへは第1のパケットとして転送し、第2の出力ラベルの第2の下流ノードへは第2のパケットとして転送し、

前記制御メッセージ処理手段は、前記第1のパケットと前記第2のパケットのそれぞれに対して別々に動作することを特徴とする請求項13記載のノード装置。